

## Efecto del cultivo antecesor y de la fertilización foliar en trigo

Juan Manuel Martínez, María Rosa Landriscini, Gabriela Minoldo y Juan A. Galantini

*La rotación leguminosa-trigo ejerce una influencia positiva sobre la producción del trigo, así como sobre las propiedades químicas y físicas del suelo. La variabilidad climática que usualmente ocurre en esta región, sumada a la falta de información sobre diagnósticos de la nutrición nitrogenada modifica los efectos para estos ambientes con mayores limitaciones.*



El nitrógeno (N) es un elemento indispensable para aumentar el rendimiento y la calidad de los cultivos, constituyendo uno de los principales factores limitantes de la productividad del trigo (*Triticum aestivum* L.) en el sudoeste bonaerense (Martínez et al., 2015a, 2016a, 2016b). La aplicación de fertilizantes nitrogenados debería adecuarse a las condiciones de fertilidad del sitio en particular y al potencial de rendimiento esperado. Las buenas prácticas en el manejo de la nutrición de cultivos y de los fertilizantes contribuyen a incrementar la producción del cultivo y la eficiencia de uso. Por este motivo, es de gran importancia realizar un adecuado diagnóstico de la nutrición nitrogenada. Cuando el N disponible del suelo limita el rendimiento, el agregado de fertilizantes nitrogenados puede incrementar sustancialmente la producción. Sin embargo, la concentración de proteína de los granos puede disminuir si la disponibilidad de N, no es adecuada para alcanzar el potencial de rendimiento (Landriscini et al., 2015; Martínez et al., 2015b). En las regiones semiáridas, la eficiencia de uso de los fertilizantes nitrogenados depende en gran medida de la cantidad y distribución de las precipitaciones. El clima en esta región se caracteriza por la escasez de agua y el estrés térmico durante el llenado del grano, ocasionando grandes fluctuaciones no sólo en el rendimiento, sino también en el contenido proteico y calidad de los granos (Landriscini et al., 2015). Esto último puede tener, además, efectos considerables sobre las propiedades reológicas de la masa (Garrido-Lestache et al., 2004).

El aporte de N del suelo proveniente de la descomposición de los residuos depende de la calidad de los mismos (relación C:N), del consumo del cultivo antecesor y de la cantidad de N fijado desde la atmósfera si el cultivo es una leguminosa (Salvagiotti et al., 2014). Se ha demostrado que el sistema de rotación leguminosa-trigo ejerce una influencia positiva sobre la producción del trigo, así como sobre las propiedades químicas y físicas del suelo (Wortmann et al., 2000 Galantini et al., 2000, 2002, 2004). En la región semiárida se han

observado importantes efectos de las leguminosas consociadas sobre propiedades químicas del suelo (Miglierina et al., 2000), sobre la nutrición y el balance nutricional (Minoldo, 2010), así como sobre la productividad del trigo posterior. La incorporación de N a través de las leguminosas está sujeto a pérdidas al igual que el que es aportado al sistema a través de la aplicación de fertilizantes (Galantini et al., 2002). Sin embargo, existe una ganancia de N residual, como consecuencia de la mayor fijación del N atmosférico y de la conservación más eficiente de este nutriente en forma orgánica (Coronato et al., 2014).

En los últimos años, se ha producido un incremento en la adopción de fertilizantes foliares, los que pueden aplicarse en etapas avanzadas del cultivo para mejorar la calidad (Landriscini et al., 2015) y en algunos casos el rendimiento de grano (Bergh et al., 2003). Esta estrategia se considera promisorio bajo condiciones de adecuada disponibilidad hídrica (Bergh et al., 2003). Sin embargo, en suelos de la región semiárida, ha sido probada con diversos niveles de éxito (Landriscini et al., 2015). Esto podría atribuirse a la variabilidad climática que usualmente ocurre en esta región, sumada a la falta de información sobre diagnósticos de la nutrición nitrogenada adecuados para estos ambientes con mayores limitaciones. Los objetivos de este estudio fueron: i) evaluar la producción de trigo con dos antecesores diferentes, y ii) verificar el efecto de aplicaciones de N foliares complementarias sobre la producción y calidad del trigo en un sitio del sudoeste bonaerense.

### Aspectos metodológicos

El estudio se llevó a cabo en un lote (38°48'S; 61°37'O) manejado bajo siembra directa, ubicado en la región semiárida del sudoeste bonaerense. El suelo del sitio experimental es un Argiustol Típico con una profundidad efectiva variable de 60-70 cm hasta el horizonte petrocálcico (tosca). Las propiedades edáficas del sitio se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características edáficas (0-20 cm) del sitio seleccionado en 2010, y sus contenidos de humedad y nitrógeno inorgánico a la siembra (0-60 cm) según antecesor en 2011.

2010							2011		
MO	Nt	Pe	pH	Arena	Textura Limo	arcilla	Antecesor	H°	N inorgánico
(g kg <sup>-1</sup> )		(mg kg <sup>-1</sup> )			(g kg <sup>-1</sup> )			(mm)	(mg kg <sup>-1</sup> )
27	1,2	26	6,3	561	265	174	Arveja	163,5	19
							Trigo	143,7	13

MO, materia orgánica; Nt, nitrógeno total; Pe, fósforo extraíble; H°, humedad volumétrica; N inorgánico, N en forma de N-nitratos.

El 8 de mayo de 2010 se sembró un lote con trigo variedad *Buck Malevo* y en el mismo, se dejó libre una franja de 24 m de ancho, donde el 1 de agosto se sembró con arveja (*Pisum sativum* L.). En 2011, sobre cada antecesor (trigo y arveja) se realizó un ensayo de fertilización nitrogenada en trigo (variedad *Buck Malevo*) con un diseño de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en cuatro dosis de N (0, 25, 50, y 100 kg N ha<sup>-1</sup>) como urea (granulado, 46-0-0), aplicadas en emergencia al voleo y en forma manual. El trigo se sembró el 15 de mayo y se cosechó el 8 de diciembre. Para asegurar la suficiencia de fósforo (P) en el suelo, se aplicó una dosis de 20 kg P ha<sup>-1</sup> como fosfato monoamónico (granulado, 11-52-0) a todo el ensayo a la siembra. En anthesis (Z60, Zadoks et al., 1974) del trigo sobre la mitad de cada parcela y ambos antecesores, se realizaron aplicaciones de N foliar para evaluar el efecto de la fertilización foliar complementaria sobre los tratamientos. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 25 kg N ha<sup>-1</sup> utilizando una formulación líquida con 20% de N (Foliar Sol U) diluido al 50% y pulverizado con mochila manual (con foliar, CF). En madurez fisiológica (Z90), en cada parcela se cosecharon 6 m lineales de surco para la determinación de MST y rendimiento de grano del trigo sobre ambos antecesores. Se realizó Nt por la metodología de Bremner (1996). El contenido de proteína del grano se calculó multiplicando el Nt del grano por el factor 5,75 (Novoa & Loomis, 1981).

## Resultados y discusión

Las precipitaciones anuales en 2011 totalizaron 470 mm, ubicándose por debajo de la media histórica del sitio (627 mm). Teniendo en cuenta la necesidad teórica del trigo (Paoloni & Vázquez, 1985), el año en estudio se caracterizó por déficits hídricos durante todo el ciclo del cultivo (Figura 1). Esta situación se acentuó durante los meses de primavera, en los cuales la deficiencia fue muy marcada. Esta es una característica usual de la región semiárida, siendo un factor condicionante del rendimiento en trigo (Martínez et al., 2015b).

El efecto del N disponible inicial (N del suelo+ N del fertilizante) sobre la producción de MST y el rendimiento de grano en Z90 produjo respuestas diferentes según el cultivo antecesor (interacción significativa para MST y grano). Con antecesor arveja, no se observaron efectos significativos de las dosis aplicadas para ninguna de las dos variables ( $p>0,05$ ); sin embargo, con trigo como cultivo previo se hallaron diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ) para MST y grano (Figura 2a y b). Este comportamiento podría deberse a las diferencias halladas en el N disponible al momento de la siembra luego de

ambos antecesores (Tabla 1), lo cual habría dado origen a respuestas diferenciales a la fertilización, siendo creciente para antecesor trigo y nulo para arveja (Figura 2a y b).

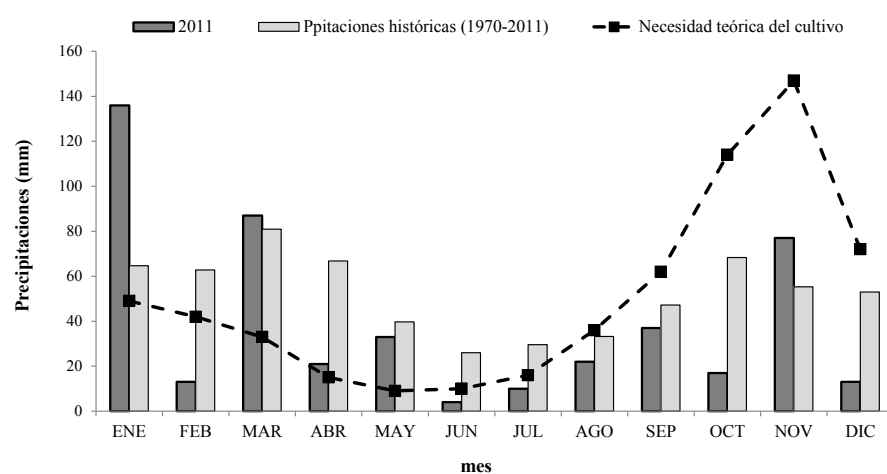
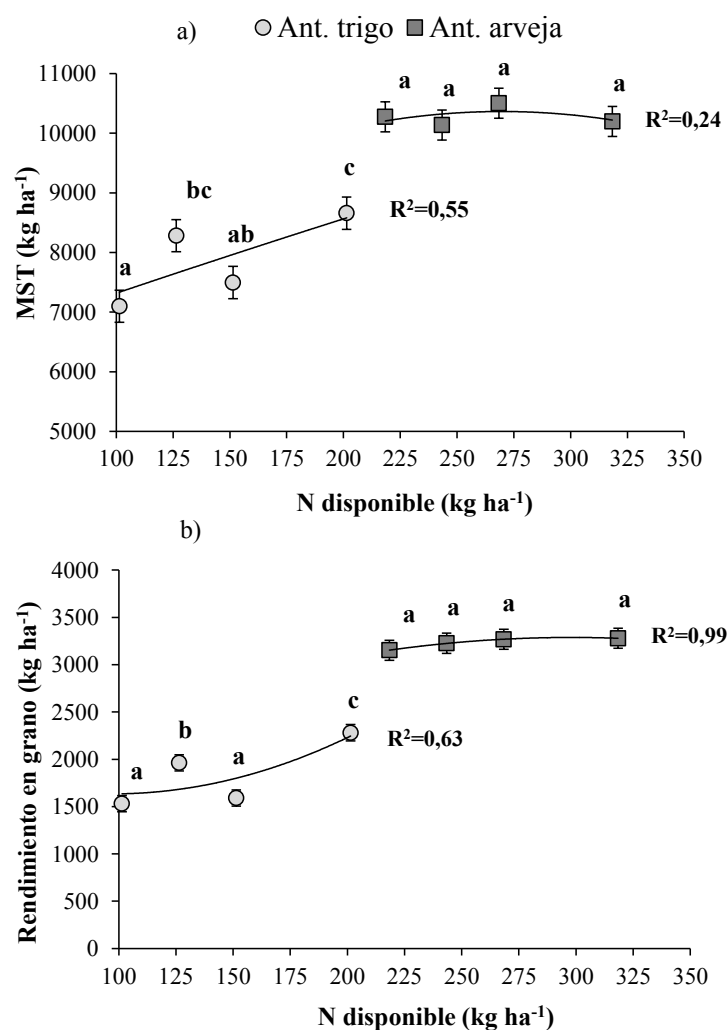


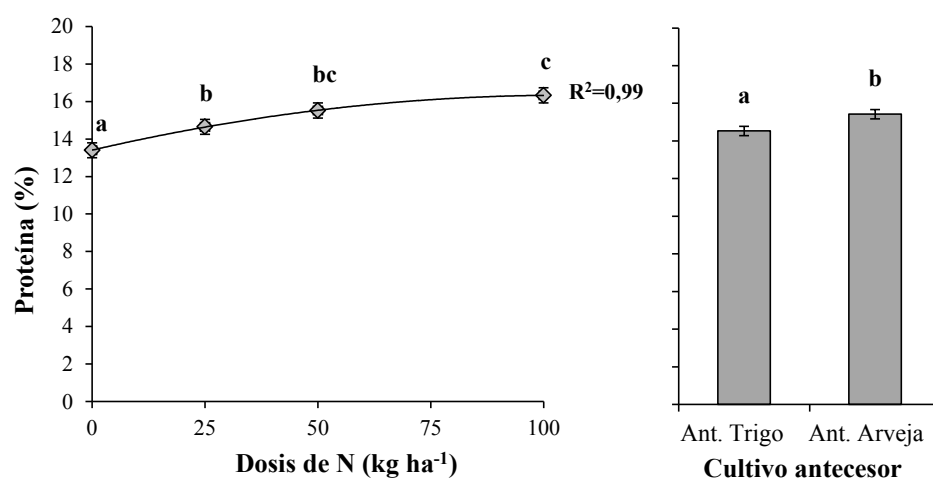
Figura 1. Precipitaciones registradas durante 2011, precipitaciones históricas (1970-2011) y necesidad teórica del cultivo.



Letras diferentes indican diferencias significativas según N disponible por antecesor con  $p < 0,05$ .

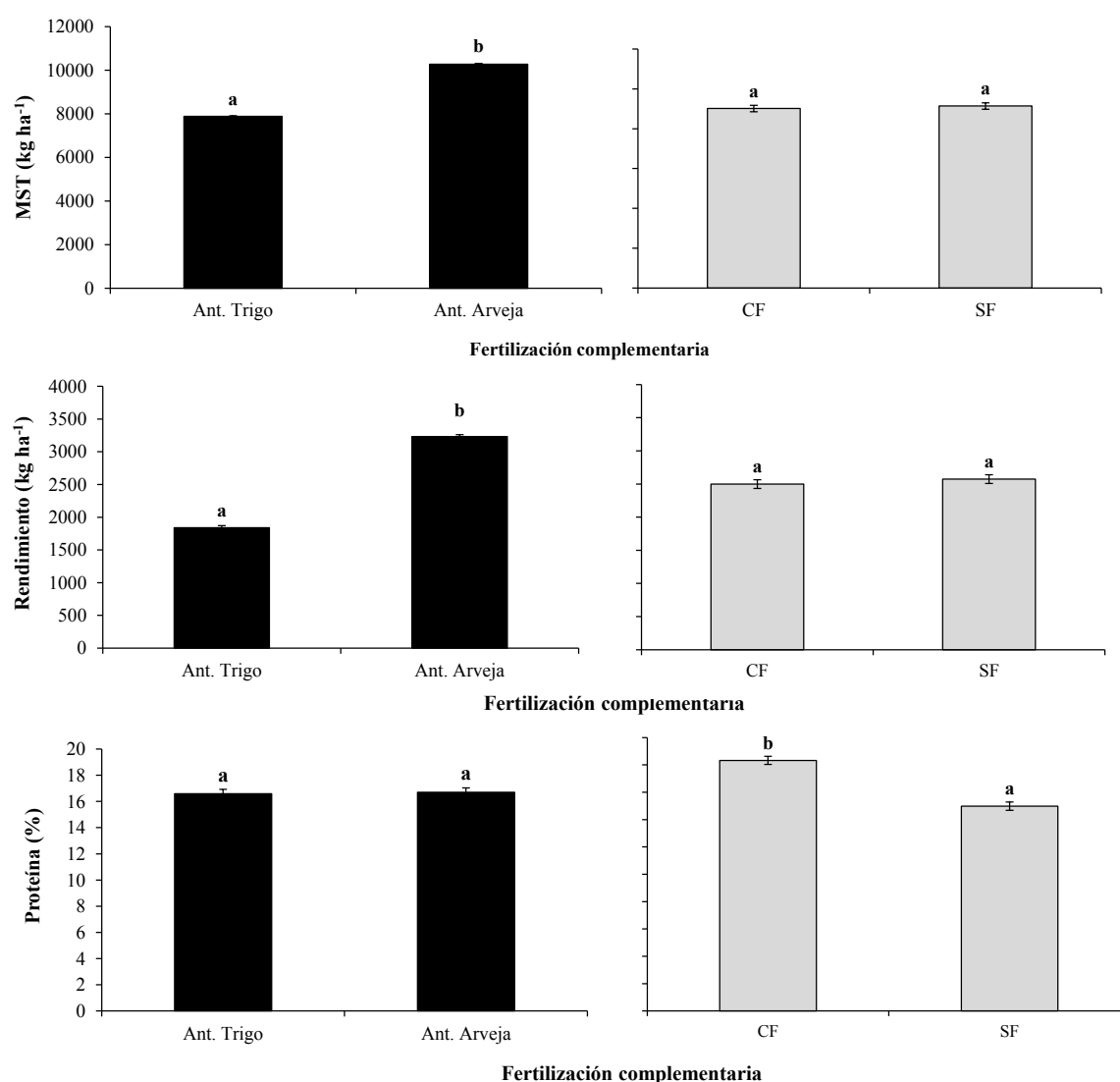
Figura 2. Producción de a) materia seca total (MST) y b) rendimiento en grano en madurez fisiológica (Z90) según N disponible y antecesores.

La proteína mostró respuestas altamente significativas ( $p < 0,001$ ) a las dosis de N aplicadas (Figura 3), siguiendo una misma tendencia entre antecesores (interacción no significativa;  $p > 0,05$ ). Se hallaron diferencias entre dosis y antecesores, siendo  $0 < 25 \leq 50 \leq 100 \text{ kg N ha}^{-1}$  y con mayores valores en antecesor arveja. El escaso efecto de las dosis de N sobre la MST y rendimiento en grano, sumado a la respuesta significativa sobre la proteína del grano estuvo dado por las condiciones climáticas, especialmente la disponibilidad de agua. Esto se debió a que estas condiciones limitantes se generaron durante el periodo crítico del cultivo en este ambiente, lo cual ya ha sido reportado por otros autores (Landriscini et al., 2015; Martínez et al., 2015 a,b).



Letras diferentes indican diferencias significativas entre dosis y cultivos antecesores con  $p < 0,05$ .  
 Figura 3. Contenido de proteína en madurez fisiológica (Z90) según dosis y antecesores.

Evaluando el efecto del cultivo antecesor y la fertilización foliar, se observaron efectos significativos del cultivo antecesor en MST y rendimiento, con mayores valores bajo antecesor arveja (Figura 4a y b). Sin embargo, el contenido de proteína demostró una tendencia opuesta, hallándose efectos significativos por la fertilización foliar (Figura 4c). Los resultados hallados coinciden con los reportados por Landriscini et al. (2015), quienes demostraron el efecto de la fertilización foliar complementaria sobre la calidad del grano en varios sitios del sudoeste bonaerense. Por su parte, Gooding et al. (2007) atribuyeron este efecto a la mayor velocidad de absorción del fertilizante foliar en estadios avanzados del cultivo. Estos resultados demuestran que independientemente del antecesor considerado, la fertilización complementaria mejoró la calidad del grano incrementando el contenido de proteína. Para un año con escasez de precipitaciones la fertilización foliar podría usarse como una estrategia de fertilización para incrementar el valor agregado de la producción de trigo.



Letras diferentes indican diferencias significativas entre dosis con  $p < 0,05$ .

Figura 4. Efecto de la fertilización foliar sobre a) la MST, b) rendimiento en grano, y c) contenido de proteína en Z90. CF: con fertilización foliar; SF: sin fertilización foliar.

## Conclusión

El antecesor arveja produjo efectos diferenciales con respecto a trigo sobre la MST y el rendimiento de grano sobre el cultivo de trigo en un año con déficits hídricos marcados. La fertilización foliar complementaria mejoró la calidad del trigo independientemente del cultivo antecesor, por lo cual podría ser una práctica de manejo a considerar para obtener trigos de alta calidad. Sin embargo, sería necesario repetir las experiencias para comprobar la eficacia de la fertilización complementaria en este mismo sitio y en otros donde la oferta hídrica en la mayoría de los años limita la expresión de la respuesta a la aplicación de N.

## Bibliografía consultada

- Bergh R.; M. Zamora; M.L. Seghezzo; E. Molfese. 2003. Fertilización nitrogenada foliar en trigo en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires. Inform. Agron. Cono Sur-IPNI 19, 15-21.
- Bremner J.M. 1996. Nitrogen- Total. In: Sparks D.L. (ed.). Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods. Chapter 37. Pp. 1085-1121. ASA; SSSA; CSSA, Madison. Wisconsin, Estados Unidos.
- Coronato M.L.; G.V. Minoldo; J.A. Galantini; M.R. Landriscini; J.O. Iglesias. 2014. Efecto del cultivo de arveja sobre algunas propiedades edáficas y la productividad del trigo. Actas XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y II Reunión de Materia Orgánica y Sustancias Húmicas. Bahía Blanca, Argentina.
- Galantini J.A., M.R. Landriscini, R.A. Rosell. 2000. Patrones de acumulación, balance y partición de nutrientes en diferentes sistemas de producción de trigo. Revista de Investigaciones Agropecuarias ([RIA-INTA](#)) 29 (2) 99-110.
- Galantini J.A.; R.A. Rosell; G. Brunetti; N. Senesi. 2002. Dinámica y calidad de las fracciones orgánicas de un Haplustol durante la rotación trigo-leguminosas. Ciencia del Suelo [20](#), 17-26.
- Galantini J.A., N. Senesi, G. Brunetti, R. Rosell. 2004. Influence of texture on the nitrogen and sulphur status and organic matter quality and distribution in semiarid Pampean grassland soils. Geoderma [123](#): 143-152.
- Garrido-Lestache E.; R.J. López-Bellido; L. López-Bellido. 2004. Effect of N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rainfed Mediterranean conditions. Field Crops Res. 85(2), 213-236.
- Gooding M.J.; P. Gregory; K. Ford; R. Ruske. 2007. Recovery of nitrogen from different sources following applications to winter wheat at and after anthesis. Field Crops Res. 100, 143-154.
- Landriscini M.R.; J.M. Martínez; J.A. Galantini. 2015. Fertilización foliar con nitrógeno en trigo en el sudoeste bonaerense. [Ci. Suelo](#), 33, 186-193.
- Martínez J.M.; J.A. Galantini; M.R. Landriscini. 2015a. Diagnóstico de fertilidad nitrogenada en el sudoeste bonaerense mediante el uso de un clorofilómetro en trigo. [Ci. Suelo](#) 33, 31-43.
- Martínez J.M.; J.A. Galantini; M.R. Landriscini. 2015b. Eficiencia en el uso del nitrógeno del trigo en la región semiárida de Buenos Aires (Argentina): efectos de la dosis y momento de aplicación. [Agriscientia](#) 32, 15-28.
- Martínez J.M.; J.A. Galantini; M.E. Duval; F.M. López. 2016a. Indicadores edáficos de la calidad de suelos con trigo bajo siembra directa en el sudoeste bonaerense. [Rev. Ci. Agron.](#) XXVI, 23-31.
- Martínez J.M.; M.R. Landriscini; G.V. Minoldo; J.A. Galantini. 2016b. Uso de un clorofilómetro para el diagnóstico de fertilización nitrogenada en la región del sudoeste bonaerense en trigo de secano sobre dos antecesores. [Rev. Ci. Agron.](#) XXVIII, 35-45.
- Miglierina A.M.; J.O. Iglesias; M.R. Landriscini; J.A. Galantini; R.A. Rosell. 2000 The effects of crop rotations and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region or Argentina. 1. Soil physical and chemical properties. [Soil & Till. Res.](#) 53, 129-135.
- Minoldo G. 2010. Impacto de largo plazo de diferentes secuencias de cultivos del sudoeste bonaerense sobre algunas propiedades químicas del suelo y la productividad del trigo. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 154 pp.
- Novoa R.; R.S. Loomis. 1981. Nitrogen and plant production. Plant Soil 58, 177-204.
- Paoloni J.D.; R. Vázquez. 1985. Necesidades teóricas de los cereales de invierno y probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones como base para el balance hídrico. Anal. Edaf. Agrobio. XLIV, 1545-1556.
- Salvagiotti F.; F. Ferraguti; J. Enrico; G. Prieto. 2014. Respuesta a nitrógeno en maíz de fecha tardía según cultivo antecesor. Actas XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y II Reunión de Materia Orgánica y Sustancias Húmicas. Bahía Blanca, Argentina.
- Wortmann C.S.; B.D. McIntyre; C.K. Kaizzi. 2000. Annual soil improving legumes: agronomic effectiveness, nutrient uptake, nitrogen fixation and water use. Field Crops Res. 68, 75-83.
- Zadoks J.C.; T.T. Chang; C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14, 415-421.